

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)
**Структурное подразделение Новосибирского государственного университета –
Специализированный учебно-научный центр Университета (СУНЦ НГУ)**
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

СОГЛАСОВАНО Заместитель директора по УР  (Петровская О.В.) 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДЕНО На заседании ученого совета СУНЦ НГУ Протокол № 48 от 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДАЮ Директор СУНЦ НГУ  (Некрасова Л.А.) 23 ноября 2023 г.
---	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

курса внеурочной деятельности «Квантовое программирование»

Заведующий кафедрой дискретной математики и информатики

Гончаров Сергей Савостьянович, д.ф.-м.н., академик РАН



Новосибирск 2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Спецкурс «Квантовое программирование» направлен на расширение знаний учеников 9 - 11-х классов по информатике, физике и математике, способствующий расширению кругозора на парадигмы и возможности квантовой механики и программирования. Программа спецкурса составлена с учетом специфики преподавания математики, физики и информатики в СУНЦ НГУ и предусматривает знакомство учащихся с квантовыми вычислениями, программированием на языке Питона и основами квантовой. Спецкурс строится с опорой на умения и навыки решения задач векторной алгебры, комплексных чисел, программирования алгоритмов.

Цель курса – развитие представления школьников о квантовых вычислениях, вызвать интерес к мультидисциплинарной области – квантовому программированию.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате освоения программы спецкурса обучающийся должен:

- иметь представление о возможностях и ограничениях квантовых вычислений;
- владеть понятием кубита;
- уметь строить квантовые схемы на языке программирования Питон с помощью библиотеки PennyLane;
- знать основные приёмы решения задач квантового программирования.

СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦКУРСА

1. Квантовые вычисления
 1. Понятие кубита.
 2. Представление кубита в виде сферы Блоха.
 3. Линейная алгебра: векторы, матрицы, комплексные числа
 4. Библиотека квантового программирования PennyLane
 5. Однокубитные вентили
 6. Двухкубитные вентили
 7. Запутанные состояния
 8. Вентиль swap, вентиль Тоффоли
 9. Моделирование логических операций квантовыми вентилями
 10. Недопустимость необратимых операторов
2. Квантовые алгоритмы
 1. Алгоритм Шора
 2. Алгоритм Гровера
3. Квантовые игры
 1. Квантовый морской бой
 2. Квантовые шахматы

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Кол-во часов	Воспитательный компонент
Раздел 1. Квантовые вычисления.			
1.1.	Понятие кубита.	2	<p>Готовность обучающихся к саморазвитию, самостоятельности и личному самоопределению.</p> <p>Сформированность ценностей самостоятельности и инициативы.</p> <p>Сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки, достижениям научно-технического прогресса и общественной практики, за счёт понимания роли информационных ресурсов, информационных процессов.</p>
1.2.	Представление кубита в виде сферы Блоха.	2	
1.3.	Линейная алгебра: векторы, матрицы, комплексные числа	2	
1.4.	Библиотека квантового программирования PennyLane	2	
1.5.	Однокубитные вентили	2	
1.6.	Двухкубитные вентили	2	
1.7.	Запутанные состояния	2	
1.8.	Вентиль swap, вентиль Тоффоли	2	
1.9.	Моделирование логических операций квантовыми вентилями	2	
1.10.	Недопустимость необратимых операторов	2	
Итого по разделу		20	
Раздел 2. Квантовые алгоритмы.			
2.1.	Алгоритм Шора	5	<p>Интерес к сферам профессиональной деятельности, связанным с информатикой, программированием и информационными технологиями</p>
2.2.	Алгоритм Гровера	5	
Итого по разделу		10	
Раздел 3. Квантовые игры.			

3.1.	Квантовый морской бой.	4	Наличие мотивации к целенаправленной исследовательской деятельности.
3.2.	Квантовые шахматы.	6	Готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.
Итого по разделу		10	
Всего		40	

Приложение 1

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. **Химено-Сеговиа Мерседес, Хэрриган Ник, Джонстон Эрик.** Программирование квантовых компьютеров. Базовые алгоритмы и примеры кода. — СПб.: Питер, 2021. — 336 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). ISBN 978-5-4461-1531-0
2. **Силва Владимир.** Разработка с использованием квантовых компьютеров. — СПб.: Питер, 2020. — 352 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-4461-1429-0
3. Рабочая тетрадь Codercises Xanadu: [Электронный ресурс]. URL: <https://codebook.xanadu.ai/T.1>